



## **PMR3402 - Sistemas Embarcados - 2023**

### Aula 03

---

Dr. Agesinaldo Matos Silva Junior

Dr. André Kubagawa Sato

Prof. Dr. Andre Cesar Martins Cavalheiro

Dr. Carlos Mario Giraldo Atehortúa

Dr. Edson Kenji Ueda

Dr. Marcelo Yassunori Matuda

Prof. Dr. Marcos de Sales Guerra Tsuzuki

Dr. Rogério Yugo Takimoto

28 de março de 2023

PMR-EPUSP

## Descrição do Projeto

---

São declarações de serviços (ou funcionalidades) que o sistema deve fornecer, como o sistema deve responder a determinadas entradas e como o sistema deve se comportar em determinadas situações.

Podem ser descritos tanto no nível de usuário ou de sistema. Os requisitos funcionais descrevem **o quê** o sistema deve fazer. É importante que não haja ambiguidade nem excesso de generalidade. Também é importante que o levantamento dos requisitos funcionais seja **completo**<sup>1</sup> e **consistente**<sup>2</sup>. Somente após o levantamento de todo o conjunto de requisitos funcionais se terá uma ideia do escopo do projeto. Um requisito funcional não pode contradizer nem inviabilizar outro.

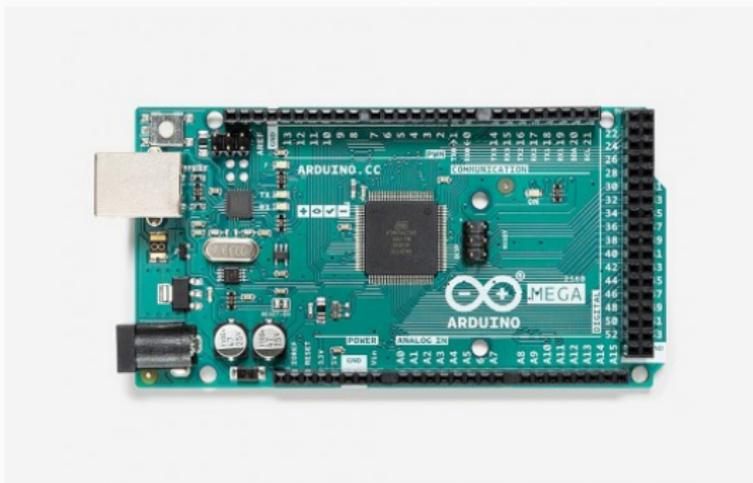
---

<sup>1</sup>Completo significa que todos os requisitos devem ser levantados.

<sup>2</sup>Consistente significa que não pode haver conflitos entre os requisitos.

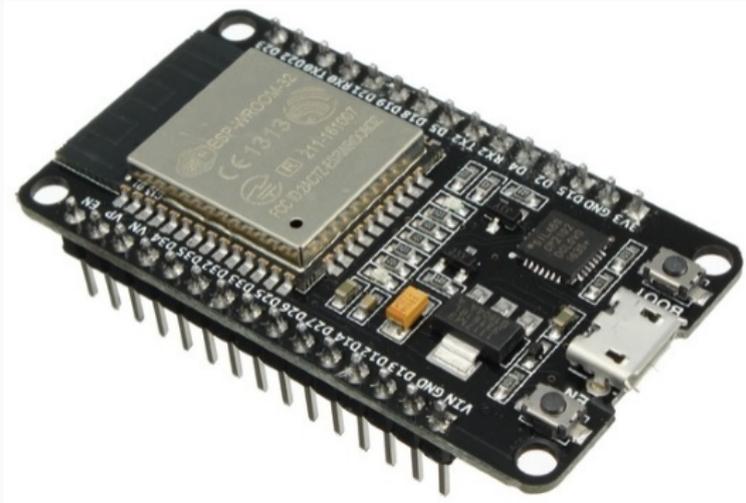
## **Componentes do Projeto**

---



<https://store.arduino.cc/usa/mega-2560-r3>

Microcontrolador baseado no Xtensa. Possui 54 pinos digitais de entrada/saída. Destes, 15 podem ser utilizados como saída PWM, 16 podem ser utilizadas como entrada analógica, 4 portas UARTs (portas seriais), um cristal de 16 MHz e uma conexão USB. Preço possível: R\$ 120,00.



<https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32>

Microcontrolador baseado no ATmega2560. Possui 38 pinos digitais de entrada/saída. Destes, 15 podem ser utilizados como saída PWM, 16 podem ser utilizadas como entrada analógica, 3 portas UARTs (portas seriais), um cristal de 240 MHz e uma conexão USB. Preço possível: R\$ 50,00.

## Sensores

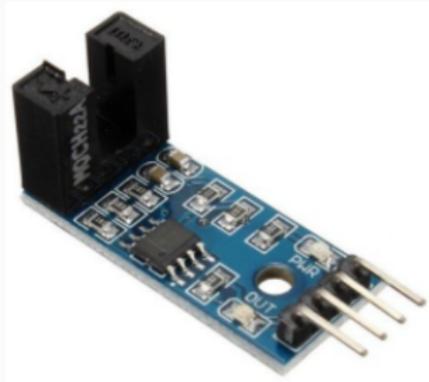
---



O Módulo Sensor de Obstáculo Reflexivo Infravermelho <sup>3</sup> possui um LED emissor de infravermelho e um fotodiodo, quando algum obstáculo/objeto passa no ângulo de reflexão dentro da distância ajustada, o sensor indica tal situação colocando a saída em nível lógico BAIXO. Este módulo possui um trimpot para ajuste e regulagem da distância de detecção que pode ficar entre 2 *cm* a 30 *cm* (pode variar de acordo com o nível de reflexão do objeto). Esta distância, mesmo ajustada poderá ser diferente dependendo do tamanho e cor do obstáculo. Sua tensão de trabalho é de 3.3 V a 5 V, podendo ser conectado diretamente à porta do microcontrolador (Arduino, PIC e outros). **Preço possível: R\$ 8,90.**

<sup>3</sup><https://blog.eletrogate.com/robo-seguidor-de-linha-tutorial-completo/>.

## Sensores - Sensor de Velocidade Encoder



O sensor de velocidade é utilizado para realizar medições de rotação de motores, contagem de pulsos e como controlador de posicionamento. É indicado para utilização com um disco encoder, onde as ranhuras do disco irão interromper o feixe de luz infravermelho e enviar um sinal ao microcontrolador. **Preço possível: R\$ 8,90.**



O Sensor de Distância Ultrassônico HC-SR04<sup>4</sup> é capaz de medir distâncias de 2 *cm* a 4 *m*. Este módulo possui um circuito pronto com emissor e receptor acoplados e 4 pinos (VCC, Trigger, ECHO, GND) para medição. **Funcionamento:** Para começar a medição é necessário alimentar o módulo e colocar o pino Trigger em nível alto por mais de 10  $\mu s$ . Assim, o sensor emitirá uma onda sonora que, ao encontrar um obstáculo, rebaterá de volta em direção ao módulo. Durante o tempo de emissão e recebimento do sinal, o pino ECHO ficará em nível alto. **Preço possível: R\$ 8,90.**

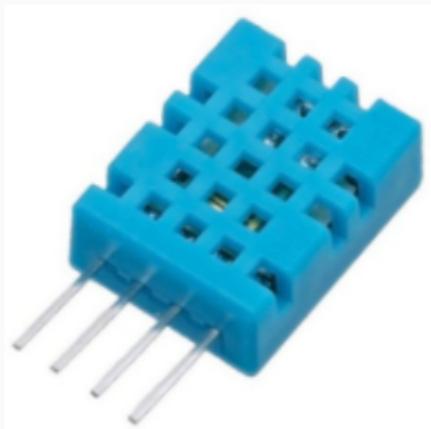
<sup>4</sup><http://blog.eletrogate.com/sensor-ultrassonico-hc-sr04-com-arduino/>.



Logo, o cálculo da distância pode ser feito de acordo com o tempo em que o pino ECHO permaneceu em nível alto após o pino Trigger ter sido colocado em nível alto.

$\text{Distância} = [\text{Tempo ECHO em nível alto} * \text{Velocidade do Som}] / 2$

A velocidade do som poder ser considerada idealmente igual a  $340 \text{ m/s}$ , logo o resultado é obtido em metros se considerado o tempo em segundos. Na fórmula, a divisão por 2 deve-se ao fato de que a onda é enviada e rebatida, ou seja, ela percorre 2 vezes a distância procurada.



O DHT11<sup>5</sup> é um sensor de temperatura e umidade de saída de sinal digital garantindo alta confiabilidade e estabilidade a longo prazo. O elemento sensor de temperatura é um termistor do tipo NTC e o sensor de Umidade é do tipo HR202, o circuito interno faz a leitura dos sensores e se comunica a um microcontrolador através de um sinal serial de uma via. **Preço possível: R\$ 14,90 ou R\$ 19,90.**

---

<sup>5</sup><https://blog.eletrogate.com/sensores-dht11-dht22/>.



O Sensor de Movimento PIR DYP-ME003<sup>6</sup> consegue detectar o movimento de objetos que estejam em uma área de até 7 m. Caso algo ou alguém se movimentar nesta área o pino de alarme é ativo. É possível ajustar a duração do tempo de espera para estabilização do PIR através do potenciômetro amarelo em baixo do sensor bem como sua sensibilidade. A estabilização pode variar entre 5-200 seg.

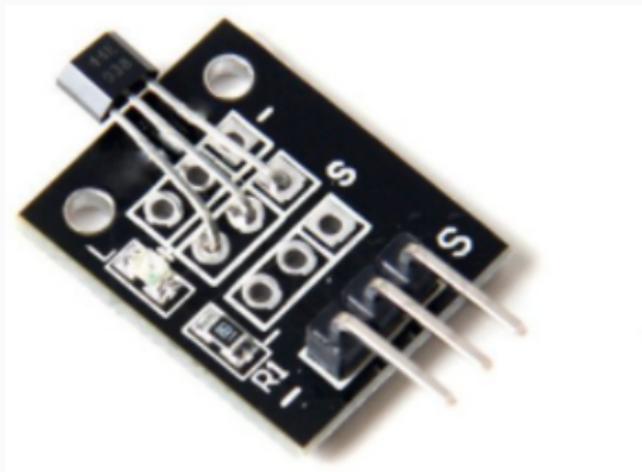
**Preço possível: R\$ 12,90.**

---

<sup>6</sup><http://blog.eletrogate.com/automacao-residencial-sensor-de-presenca-com-arduino/>.



Este módulo sensor pode estimar o nível de água através de condutores paralelos que entram em curto quando é molhado por algum líquido. Facilmente converte o nível de água em sinal analógico, que pode ser enviado diretamente para a placa Arduino. O intuito deste sensor é detectar chuva, onde poderá ser utilizado em automação residencial. Pode ser usado também em projetos de nível de líquidos, como tanques e cisternas. Quando o nível do líquido (água por exemplo) atingir o sensor, o sinal analógico varia e avisa o arduino para que ele envie o comando de cessar o fluxo de água, por exemplo. A placa do Sensor de Chuva é revestida em ambos os lados com um tratamento de níquel contra oxidação, melhorando assim a condutividade, desempenho e duração. **Preço possível: R\$ 6,90.**



Este sensor KY-003<sup>7</sup> de alta sensibilidade é baseado no efeito Hall para medir os campos magnéticos ao seu redor. Este item pode facilmente converter o sinal magnético em sinal elétrico com alta confiança e sensibilidade, podendo ser usado de forma muito prática com um Arduino. **Preço possível: R\$ 9,90.**

<sup>7</sup><https://www.instructables.com/Arduino-Magnetic-FIELD-Detector-Using-the-KY-003-o/>.

## **Dispositivos de Interação**

---



Teclado matricial de membrana com 12 teclas<sup>8</sup> -  $3 \times 4$  - com conector de 7 vias. Teclado auto-adesivo com ótima durabilidade. **Preço possível: R\$ 8,90.**

---

<sup>8</sup><https://blog.eletrogate.com/arduino-keypad-4x4-e-display-digital/>.



Este Joystick tem seu princípio de funcionamento através do controle de 2 potenciômetros e um botão. Duas das entradas dos potenciômetros referem-se aos eixos X e Y, sendo que o botão quando pressionado refere-se ao eixo Z. Logo este Joystick contém o total de três interfaces de entradas que são utilizadas para conectar ao eixo X, Y e Z. Este modelo com menos pinos torna-se uma ótima opção para projetos com Arduino pois evita muitas conexões, podendo ser usado como mouse, controle de robôs, games, joystick ps2 e projetos em geral. **Preço possível: R\$ 8,90.**



Este é um encoder rotatório comumente usado para medir movimento rotacional de um eixo, pois converte movimentos rotativos em impulsos elétricos de onda quadrada, gerando assim uma quantidade exata de impulsos por volta, que neste caso são 20 pulsos por resolução. Com estes impulsos você pode facilmente calcular o deslocamento, além é claro de determinar posição e direção pelo código gray. Este encoder também possui um botão extra, basta pressionar o eixo. **Preço possível: R\$ 12,90.**



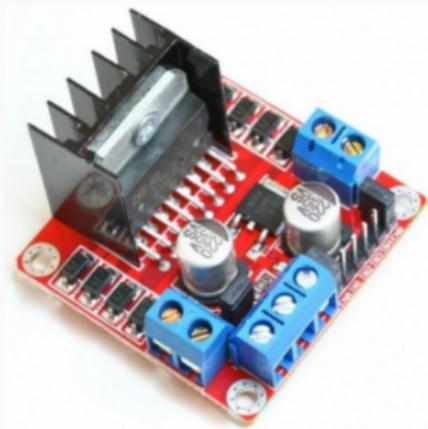
Esse Display LCD <sup>9</sup> para Arduino com Teclado (conector de pino macho) dispõe de um display azul de 16x2 caracteres e 6 botões momentâneos, da esquerda para a direita, SELECT, ESQUERDA, PARA CIMA, PARA BAIXO, DIREITA e RESET. Este Shield pode ser conectado diretamente ao seu Arduino UNO, Duemilanove ou MEGA. Os pinos digitais 5, 6, 7, 8 e 9 São usados como interface para o LCD. **Preço possível: R\$ 38,90.**

---

<sup>9</sup><http://blog.eletrogate.com/guia-completo-do-display-lcd-arduino/>.

## **Atuadores**

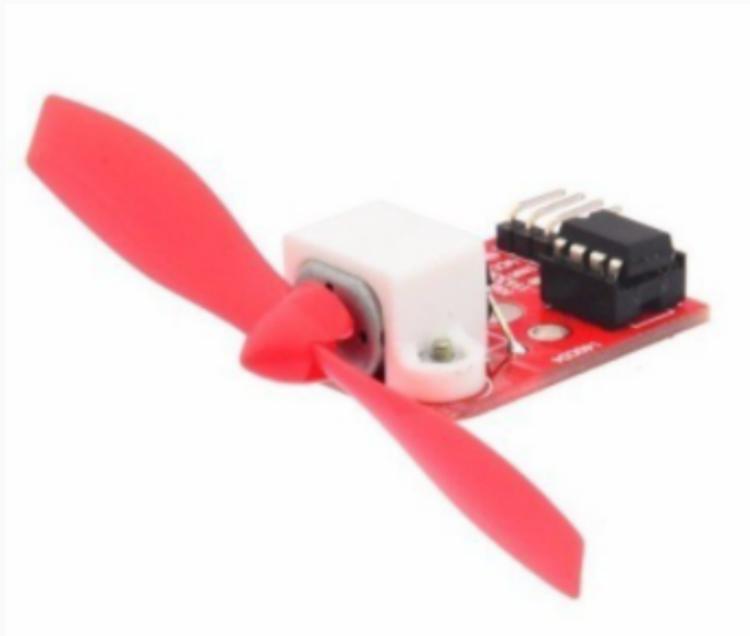
---



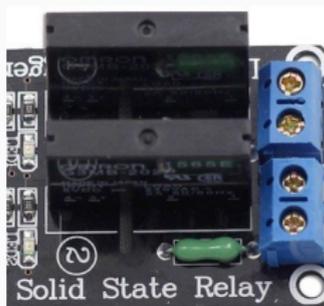
Este Driver Ponte H <sup>10</sup> é baseado no chip L298N, construído para controlar cargas indutivas como relés, solenoides, motores DC e motores de passo. Com este Driver Ponte H L298M é possível controlar independentemente a velocidade e rotação de 2 motores DC ou 1 motor de passo. Possui terminais parafusáveis para fácil instalação e buracos nas extremidades da placa para fixação. **Preço possível: R\$ 26,90.**

---

<sup>10</sup><https://blog.eletrogate.com/guia-definitivo-de-uso-da-ponte-h-l298n/>.



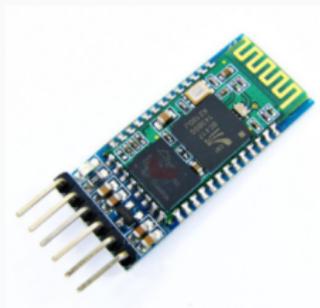
Hélice com Controlador Ponte H L9110. **Preço possível: R\$ 36,90.**



Com o módulo relé de estado sólido SSR 2 canais você pode controlar equipamentos como lâmpadas, motores e eletrodoméstico com apenas um pino do microcontrolador. O Relé de estado sólido (SSR - Solid State Relay, em inglês), se refere à um dispositivo semicondutor capaz de desempenhar as mesmas funções de um relé eletromecânico comum, com a diferença de não possuir partes ou contatos mecânicos. Isso aumenta a vida útil do relé, reduz a produção de ruídos durante o acionamento e aumenta a segurança de operação. Os relés são ativados em estado baixo (LOW), com tensão entre 0 e 2,5 V. Para desligar o relé, aplique de 3 a 5 V nos pinos CH1 e CH2. **Preço possível: R\$ 39,90.**

## Comunicação

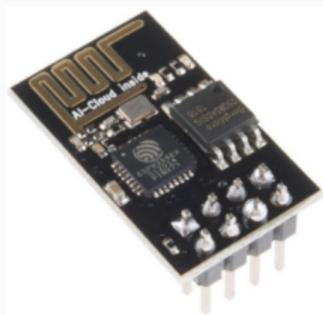
---



Este módulo bluetooth HC-05 <sup>11</sup> oferece uma forma fácil e barata de comunicação com seu projeto Arduino. Diferente do modelo HC-06, suporta tanto o modo mestre como escravo. Em sua placa existe um regulador de tensão e você poderá alimentar com 3.3 a 5 v, bem como um LED que indica se o módulo está pareado com outro dispositivo. Possui alcance de até 10 m. **Preço possível: R\$ 49,90.**

---

<sup>11</sup><https://rb.gy/as6jwt>.



O ESP8266 é um chip compacto desenhado para atender as necessidades de conectividade sem fio (padrão 802.11 B/G/N), podendo tanto ser utilizado independentemente ou em conjunto com um microcontrolador externo (Arduino, PIC, ARM, etc) <sup>12</sup>. **Preço possível: R\$ 29,90.**

---

<sup>12</sup><https://rb.gy/2xumtm>.

## **Casos de Uso Embarcados**

---

Para definir os casos de uso, deve-se considerar como a interação com o usuário vai ocorrer:

- ▶ Quais são os parâmetros de configuração do sistema: são parâmetros que definem o funcionamento do sistema;
- ▶ Quais são as informações disponibilizadas ao usuário: são as informações que devem ser facilmente visualizadas pelo usuário.
- ▶ É possível utilizar palavras escolhidas com cuidado para compactar a informação do display.
- ▶ É possível utilizar vários menus de seleção encadeados, utilizando o *blink* para indicar a opção atual.
- ▶ É possível utilizar o *blink* para indicar o parâmetro atual e para indicar se ele está em edição.

The End!